

综合实验题目二

一、问题背景介绍

调度是指将有限的资源在时间上分配给若干个任务，以满足或优化一个或多个目标。在生产制造领域，作业车间调度问题(*Job-shop Scheduling Problem*, *JSP*)是实现制造业生产高效率、高灵活性和高可靠性的一类经典问题。

JSP 可定义为： n 个工件在 m 台机器上加工，每个工件有特定的加工路线，每个工件使用机器的顺序及每道工序所需时间给定，需要确定如何安排工件在每台机器上工件的加工顺序，使得某种指标最优。一般 *JSP* 的目标为确定每个机器上工序的加工顺序和每个工序的开始加工时间，使得最大完成时间最小或其他指标最优（其中最大完成时间为系统中第一个工件开始加工至最后一个工件加工完成所需要的时间）。

二、问题描述

现在有一条生产线由 10 个工位组成，生产线可加工多种类不同的工件。每个工位中至少包含一台机器。同工位内包含多台机器的工位为“并联工位”。各个工位中的机器数量如表 1 所示。某工件进入某并联工位加工时可选择其中任何一台机器进行加工。生产线示意简图如图 2 所示。忽略工件在不同工位之间转移所需的时间。

表 1 各工位中的机器数量

工位编号	机器数量
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	2
7	1
8	1
9	1
10	1

注意存在约束：

- ✧ 每台机器同一时间段内只能加工一种工件。即不存在如机器 1 上同时正在加工工件 1 和工件 2 的情况。
- ✧ 一种工件不能被拆分，必须一次在一台机器上加工完成。例如工件有 10 个，不能拆成 5-5 两批加工，必须 10 件一次上一台机器，一次加工完成（尤其在存在并联的工位务必注意）。
- ✧ 工件的加工必须依次通过 1-10 各个工位，不能“跳跃加工”，例如不能先在 3 号工位上加工再回到 2 号工位上加工。
- ✧ 一台机器加工完一类工件后，换加工另外一类工件时存在一个“换模时间”。换模时间的产生是由于同一机器先后加工不同种类工件时需要进行模具更换或参数调整而产生的，这部分时间不能忽略。换模期间不能进行任何加工。
- ✧ 每个工位上加工完的工件，以加工完的次序依次进入下个工位，按照此次序开始下个工位加工。工位 6 加工完每个工件时间先后为进入 7 的加工次序。

设机器 i 的代号为 M_i （同一工位内的机器代号均相同），工件 i 的代号为 J_i 。

各类工件在各机器上的加工时间、不同工件在不同机器上先后加工时的换模时间、各类工件的总量等信息见具体题目。

根据题目 1、2 中给出的参数信息，查阅相关论文资料，建立对应问题的数学模型，并通过设计对应求解算法，求解得到该输入下使得最终完成时间 C_{max} 最小的调度方案。

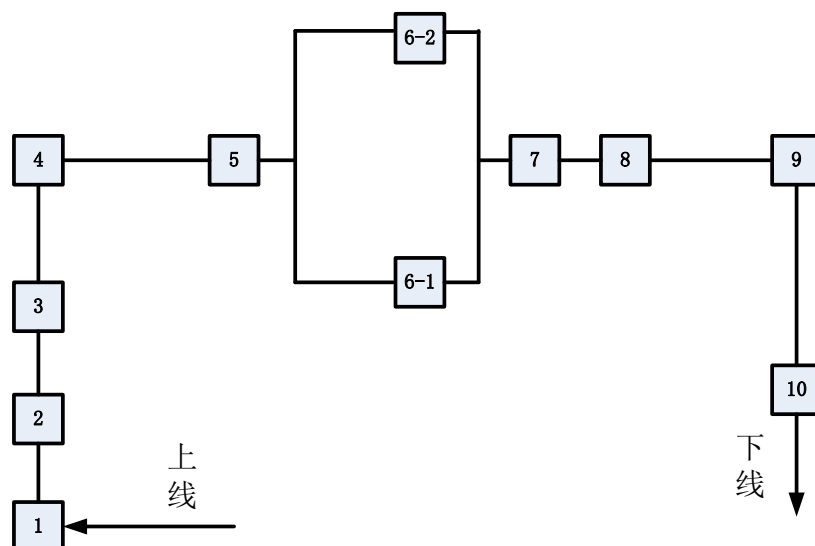


图 2 生产线简图

题目 1. 确定性问题

本题目中所有输入均为确定量。设所有工件在系统时间为 0 时均已到达生产线。输入参数包括单个工件加工时间、工件量，换模时间：

- ✧ 单个工件在各个工位的机器上加工时间如 excel 中表 2 所示（单位：秒）。对于工位 6, 表 2 给出是机器 1 需要加工时间, 机器 2 需要的加工时间为机器 1 的 1.3 倍。
- ✧ 每类工件包含的单个工件个数如 excel 中表 3 所示。
- ✧ 换模时间矩阵如 excel 中表 4 所示，以表 4-case1 中 (J_1, J_2) 对应的 300 为例，表示 J_1 换到 J_2 的换模时间（产品之间换模，不论多少产量）在每个机器上都为 300 秒。注意 (J_1, J_2) 和 (J_2, J_1) 大多数情况下不相等。

问题：如何确定全部工件的投产次序？在工位 6 上，如何进行两台设备和工件的加工分配？

题目 2. 加工时间不确定的情况

在题目 1 的基础上，考虑机器加工时间处于随机不确定的情况。生产过程中，生产线中的机器可能会出现故障导致停机，也可能出现返修等情况，造成零件的加工时间不确定，但是可以通过一定的随机分布来描述其加工时间。

假定对于第 1 个算例（算例 2 不做）：

- ✧ 工件 (3, 5) 的加工时间在工位 3 上是不确定量，近似认为是高斯分布，均值为表 2 的给出加工时间，标准差 σ 为 120。
- ✧ 工件 (4, 6) 的加工时间在工位 5 上是不确定量，呈现离散分布，设定表 2 给出加工时间为 t ，加工时间可能取值为 $(0.7t, t, 1.4t)$ ，概率分别为 $(0.1, 0.6, 0.3)$ 。
- ✧ 其他工件加工时间是确定的，仍然如题 1。
- ✧ 企业需要在生产前一天，提前给出投产次序，以及在工位 6 设备上的分配工件方案，后续当天就严格按照这个方案来生产。

问题：如何前一天确定全部工件的投产次序？在设备 6 上，如何进行两台设备和工件的加工分配？

要求：

对于第一题，要求有数学建模、求解方法（软件求解或者自行设计算法）、展现解（加工次序和工位 6 分配方案）和最后目标值；

对于第二题，要有解决的方法，进行系统仿真建模，利用仿真结果来验证求解的结果。